植物分类学报 26 (4): 265—281 (1988)
Acta Phytotaxonomica Sinica

中国姜科植物花粉形态研究
——花粉类型与该科植物分类*

梁元徽
(中国科学院华南植物研究所)

摘要 本文报道在光学显微镜与扫描电镜下,对中国姜科 Zingiberaceae 中的2亚科(姜亚科、闭鞘姜亚科)、3族、18属、89种、3变种植物花粉形态的观察结果。根据萌发孔的有无,将本科的植物花粉分成两大类型,无萌发孔型和具萌发孔型。根据花粉粒形状、大小及萌发孔的类型和外壁表面纹饰的不同,在两大类型中又区分为6亚型和2组。在无萌发孔类型中有:光滑亚型、具刺亚型(内分短刺组和长刺组)、具条纹亚型和具脑皱状-负网状亚型,在具萌发孔类型中有具沟-孔混合亚型及具散孔亚型。本文从花粉学的观点,对科内某些分类群的划分进行了讨论。

关键词 花粉形态;姜科;闭鞘姜科

一、引言

姜科是一个热带、亚热带植物的科,在全世界有50属、1500多种,主产热带亚洲。我国有20属、160种,产东南部至西南部各省区。姜科植物由于花粉壁的结构比较特殊,对醋酸酐硫酸混合液的作用无抵抗力,不能用常规的醋酸酐法进行制片,在地层中也难于保存下来,因此有关该科花粉形态的研究资料甚少。除了一些专著,如 Erdtman (1952)、Ikuse (1968)、Nair(1970)等有少数种类记载外,比较系统的仅见于 Punt (1968)对美国闭鞘姜亚科的3属、26种花粉的光学显微镜的观察。结合光学显微镜与扫描电镜观察的有 Rao et al. (1983) 对小豆蔻和豆蔻属4种3变种的花粉比较研究。近年来对姜科花粉壁的成层现象及超显微结构方面的研究虽有所报道,如 Saad (1963)、Sugaya (1970)、Stone (1981),但所有研究的种类都不多,涉及我国的种类就更少。我国姜科植物花粉形态的研究,除了黄增泉(1972)在《台湾花粉志》中对5属、7种花粉形态作过描述外,尚未见系统性的研究报道,极需要进行这方面的研究。有关该科植物在分类学、生药学、形态解剖学、细胞学等方面的科学研究都有不少的报道,但对该科中某些分类群的位置、界限及其亲缘关系等问题,各学者尚存在有不同的见解。为了进一步对姜科植物的系统分类进行深入的研究,本所在编纂《中国植物志》姜科的基础上,在华南植物园不断引种中国各地的姜科植物,为多学科的综合性研究提供了可靠的研究材料。本文应用光学显微镜及扫描电镜对该科植物中的2亚科[按 Schum. (1904)的系统]3族、18属、89种、3变种的花粉形态进行了观察。其中有10属的代表种还作了花粉壁的超显微结构研究(结果见另

* 该项研究是中国科学院基金资助的课题。全文承蒙喻诚鸿、吴德邻教授审阅,王学海同志协助花粉电镜观察及拍摄照片,陈升振、吴七根等同志为此研究提供花粉标本,李桦同志协助部分花粉材料的收集工作,均表示感谢。

表1 各种花粉形态特征

Table 1 Characteristics of pollen grains[1)-4)]

亚科 Subfamily	族 Tribe	植物名称 Species	凭证标本 Voucher[3)]	花粉类型 Pollen type[1)]	花粉形状 Shape	大小（微米） Size(μm)	萌发孔 Aperture	壁的厚度 Wall thickness(μm)[2)]	纹饰 Ornamentation	图版 Plate
姜亚科 Zingiberoideae	姜族 Zingibereae	爪畦白豆蔻 *Amomum compactum*	云南，Z-290102	A-1	椭圆球形 Ellipsoidal	长轴×短轴 (62.5—85.7)74.6×87.3(52.3—82.5)	无 Nonaperturate	2.9	L M:光滑 Psilate SEM: 具不规的突起 With irregular processes	3:3
		毛豆蔻 *A. sp.*	云南，吴七根等60号	A-1	同上 Do	(77.5—107.0)93.7×83.0(70.0—95.0)	同上 Do	3.2	L M: 光滑 Psilate SEM: 具矮瘤状突，在瘤间有不规突起 Nanoverrucate with irregular-processes between verrucae	3:6
	姜花族 Hedychieae	凹唇姜 *Boesenbergia rotunda*	广州，Z-29022	A-1	同上 Do	(82.5—147.0)113.6×94.5(80.0—130.0)	同上 Do	3.6	L M: 光滑 Psilate SEM: 矮瘤-小穴状 Nanoverrucate-foveolate	1:3—4
		黄花大苞姜 *Caulokaempferia coenobialis*	广东鼎湖山，Z-29014	A-1	同上 Do	(68.4—105.0)87.7×76.7(62.7—100.0)	同上 Do	2.4	L M: 光滑 Psilate SEM: 具不规的突起(近似小瘤) With irregular processes (similar to verrucae)	1:5,19
		郁金 *Curcuma aromatica*	广州，Z-29047	A-1	近卵球形 Ovulate	(62.7—95.0)80.3×58.8(47.5—68.4)	同上 Do	3.0	L M: 光滑 Psilate SEM: 具矮瘤状纹饰及具2环状脊突 Nanoverrucate and two rings of ridge	2:3—4
		黑心姜 *C. caesia*	广西，Z-29045	A-1	同上 Do	(67.4—95.0)81.1×59.7(47.5—72.2)	同上 Do	2.8	LM: 光滑 Psilate SEM: 具矮瘤-小穴 Nanoverrucate-foveolate	1:18
		广西莪术 *C. kwangsiensis*	广州，Z-29042	A-1	同上 Do	(70.0—105.0)85.8×72.5(55.0—100.0)	同上 Do	2.8	LM: 光滑 Psilate SEM: 具不规的突起 With irregular processes	1:16

1) A. Type Nonaperturate: 1. Subtype Psilate; 2. Subtype Spinate (—) Group Short-Spinate, (=)Group Long-spinate; 3. Subtype Cerebelloid-areolate; 4. Subtype Striate.
B. Type Aperturate: (1) Subtype Colpate-porate, a. Group Coarse-verrucate, b. Group Noncoarse-verrucate; (2) Subtype Forate.

2) Wall thickness including intine.

3) The figures after "Z" are the numbers of pollen samples.

4) For pollen characteristics of *Alpinia* Roxb.(22) see my paper 《Pollen morphology of *Alpinia* genus in China》, in *Acta Botanica Austro Sinica* No. 5.

表 1(续)

亚科 Subfamily	族 Tribe	植物名称 Species	凭证标本 Voucher	花粉类型 Pollen type	花粉形状 Shape	大小(微米) Size(μm)	萌发孔 Aperture	壁的厚度 Wall thickness(μm)	纹饰 Ornamentation	图版 Plate
姜亚科 Zingiberoideae	姜花族 Hedychieae	姜黄 *Curcuma longa*	广州, Z-29046	A-1	椭圆球形 Ellipsoidal	长轴×短轴 (77.5—100.0)80.0×58(52.5—80.0)	无 Nonaperturate	4.6	LM: 光滑 Psilate SEM: 具不规则突起 With irregular processes	1:17
		印尼莪术 *C. xanthorrhiza*	广州, Z-29050	A-1	同上 Do	(57.0—104.5)79.0×61.6(41.8—87.4)	同上 Do	4.0	LM: 光滑 Psilate SEM: 具细皱突起 Rugulose	2:2
		顶花莪术 *C. yunnanensis*	广州, Z-29049	A-1	同上 Do	(70.0—110)88.0×66.8(47.5—92.5)	同上 Do	4.6	LM: 光滑 Psilate SEM: 具细皱突起 Rugulose	2:1
	姜族 Zingibereae	红茴砂仁 *Etingera littoralis*	广州, Z-29012	A-1	球形 Spheroidal	直径 (77.9—98.8)83.1	同上 Do	3.0	LM: 光滑 Psilate SEM: 具不规则短条状 Irregularly brevistriate	1:1
		茴香砂仁 *E. yunnanense*	广州, Z-290120	A-1	同上 Do	(66.5—85.5)73.5	同上 Do	2.9	LM: 光滑 Psilate SEM: 具不规则短条状 Irregularly, brevistriate	1:2
	姜花族 Hedychieae	红姜花 *Hedychium coccineum*	广州, Z-2903	A-1	同上 Do	(67.5—85.0)71.5	同上 Do	5.8	LM: 光滑 Psilate SEM: 具不规则突起 With irregular processes	1:8
		姜花 *H. coronarium*	广州, Z-2901	A-1	同上 Do	(55.1—82.5)72.4	同上 Do	3.1	LM: 光滑 Psilate SEM: 具不规则突起,有时有 2 个脊突环 With irregular processes, sometimes with 2 rings of ridges	1:9
		黄姜花 *H. flavum*	广州, Z-2902	A-1	同上 Do	(62.5—85.0)75.0	同上 Do	4.0	LM: 近光滑 Psilate SEM: 光滑-具小颗粒 Nearly psilate to finely granulate	1:10

姜亚科 Zingiberoideae	姜花族 Hedychieae	圆瓣姜花 *H. forrestii*	广州，Z-2905	A-1	球形 Spheroidal	直径 (67.5—87.5)76.6	无 Nonaperturate	4.7	LM: 近光滑 Psilate SEM: 具不规则短条状和细颗粒 With irregularly brevistriate and finely granulate	1:11
		阔叶姜花 *H. gardneranum*	广州，Z-2907	A-1	同上 Do	(62.5—90.0)76.2	同上 Do	4.7	LM: 光滑 Psilate SEM: 表面粗糙 Scabrate	1:12
		草果药 *H. spicatum*	广州，Z-2906	A-1	同上 Do	(57.5—80.0)70.4	同上 Do	4.7	LM: 光滑 Psilate	1:14
		疏花草果药 *H. spicatum* var. *acuminatum*	云南，黄向旭164号	A-1	同上 Do	(65.0—85.0)75.0	同上 Do	4.4	LM: 光滑 Psilate	1:15
		滇姜花 *H. yunnanense*	云南，吴七根等72号	A-1	同上 Do	(57.5—75.5)67.1	同上 Do	2.9	LM: 光滑 Psilate SEM: 小颗粒-微刺状 fine-granulate to spinulate.	1:13
		姜花属未定种 *H. sp.*	云南，吴七根等95号	A-1	同上 Do	(77.5—82.5)80.0	同上 Do	3.4	LM: 光滑 Psilate SEM: 具细的突起 Minute processes	
		姜花属未定种 *H. sp.*	云南，吴七根等98号	A-1	同上 Do	(62.5—85.0)73.6	同上 Do	2.4	LM: 光滑 Psilate	
		紫花山柰 *Kaempferia elegans*	广州，Z-29018	A-1	椭圆球体 Ellipsoidal	长轴×短轴 (87.5—105.0)99.5×90.0(77.5—102.0)	同上 Do	3.0	LM: 光滑 Psilate SEM: 小颗粒-矮瘤状 granulose-nanoverrucate	1:7

表 1 (续)

亚科 Subfamily	族 Tribe	植物名称 Species	凭证标本 Voucher	花粉类型 Pollen type	花粉形状 Shape	大小 (微米) Size (μm)	萌发孔 Aperture	壁的厚度 Wall thickness (μm)	纹饰 Ornamentation	图版 Plate
姜亚科 Zingiberoideae	姜花族 Hedychieae	山柰 *Kaemferia galanga*	广州，Z-29017	A-1	椭圆球体 Ellipsoidal	长轴×短轴 (82.5—115.0)93.8×85.4(67.5—100.0)	无 Nonaperturate	2.0	LM: 纹饰光滑 Psilate	
		海南三七 *K. rotunda*	广州，Z-29020	A-1	同上 Do	(70.0—107.0)84.0×77.6(65.0—92.5)	同上 Do	2.8	LM: 光滑 Psilate SEM: 矮瘤-小穴状 Nanoverrucate and finely foveolate	1:6
		土田七 *Stahlianthus involucratus*	广州，Z-29021	A-1	同上 Do	直径 (62.5—77.5)67.5	同上 Do	2.3	LM: 近光滑 Psilate	2:9
	姜族 Zingibereae	海南大豆蔻 *Hornstedtia hainanensis*	广西，陈升振等4号	A-1	同上 Do	长轴×短轴 (76.0—107.5)90.6×84.1(72.5—100.0)	同上 Do	4.2	LM: 近光滑 Psilate SEM: 具(皱)突起并有一长脊突(脊不平滑) Rugulate and with long and non-smooth ridges	2:5,14
		喙花姜 *Rhynchanthus beesianus*	云南，吴七根等71号	A-1	近球形 Subspheroidal	直径 (65.0—100.0)82.4	同上 Do	3.0	LM: 近光滑 Psilate SEM: 具小颗粒-小瘤状 finely verrucate	2:6—8
		山姜属 Alpinia Roxb.(22)[4]	广州，Z-29058-29098	A-2(=)	球形 Spheroidal		同上 Do		LM: 均具刺状纹饰 SEM: Spinate	4:1
		海南假砂仁 *Amomum chinense*	广州 Z-290115	A-2(=)	同上 Do	(55.1—67.5)62.0	同上 Do	2.4	LM: 具小刺,刺长 2.5 μm SEM: 刺圆锥形,刺间具小颗粒状突起 Spinulate, spinules, 2.5μm long and taperpointed, with minute granules between spines	3:2
		海南砂仁 *A. longiligulare*	广州 Z-290105	A-2(=)	同上 Do	(43.7—57.0)50.4	同上 Do		LM: 具小刺,刺长 2.8μm SEM: 刺末端钝,基部具一环形突起 Spinulate, spinules 2.8 μm long and blunt at apex, surrounded by an annular process at base	3:1

姜亚科 Zingiberoideae	姜族 Zingibereae	九翅砂仁 *A. maximum*	广州，Z-290110	A-2(=)	球形 Spheroidal	直径 (67.5—77.5)73.1	无 Non-aperturate	1.7	LM: 具刺，刺长 3.0μm SEM: 刺末端钝，刺间具不规则突起 Spinate, spines 3.0μm long and blunt at apex with irregular processes between spines	3:4
		疣果豆蔻 *A. muricarpum*	广州，Z-290114	A-2(=)	同上 Do	(60.7—91.2)76.0	同上 Do	3.5	LM: 具刺，刺长 3.0μm SEM: 刺末端钝，刺间具不规则突起 Spinate, spines 3.0μm long and blunt at apex with irregular processes between spines.	3:5
		长序砂仁 *A. thyrsoideum*	广州，Z-290112	A-2(=)	同上 Do	(58.9—70.3)66.3	同上 Do	1.8	LM: 具小刺，刺长 2.1μm， SEM: 刺末端稍钝，刺间具不规则突起 Spinulate, spinules 2.1μm long and slightly blunt at apex, with irregular processes between spinules	3:8
		草果 *A. tsao-ko*	广西，Z-290104	A-2(=)	同上 Do	(57.0—100.0)71.6	同上 Do	1.7	LM: 具刺，刺长 4.8 μm SEM: 刺末端渐尖，刺间近光滑-小颗粒 Spinate, spines 4.8μm long and pointed, nearly smooth to finely granulate between spines	3:9
		砂仁 *A. villosum*	广州，Z-290106	A-2(=)	同上 Do	(51.1—66.5)61.0	同上 Do	2.0	LM: 具刺，刺长 3.3μm SEM: 刺末端钝，刺间具小颗粒 Spinate, spines 3.3μm long and blunt at apex finely granulate between spines	3:10
		绿壳砂仁 *A. villosum xanthioides*	广州，Z-290107	A-2(=)	同上 Do	(45.0—57.5)53.0	同上 Do	2.5	LM: 具刺，刺长 3.5 μm SEM: 末端尖，中上部有点膨大，基部围以环形突起 Spinate, spines 3.5μm long, slightly swollen in the middle or upper parts and blunt at apex, surrounded by an annular process at base	3:12
		矮砂仁 *A. villosum* var. *nanum*	广西，陈升振等 8 号	A-2(=)	同上 Do	(47.5—65.0)59.8	同上 Do	2.8	LM: 具刺，刺长 3.8 μm SEM: 末端急尖，基部围一环状突起 Spinate, spines 3.8 μm long and acute, surrounded by an annular process at base	3:11
		豆蔻属未定种 *A. sp.*	广西，陈升振等 3 号	A-2(=)	同上 Do	(64.6—83.0)71.8	同上 Do	2.5	LM: 具刺，刺长 3.2 μm SEM: 末端钝圆近似乳头状，基部围一环状突起 Spinate, spines 3.2μm long and nearly papillate at apex, surrounded by an annular process at base	3:7

表 1 (续)

亚科 Subfamily	族 Tribe	植物名称 Species	凭证标本 Voucher	花粉类型 Pollentype	花粉形状 Shape	大小(微米) Size (μm)	萌发孔 Aperture	壁的厚度 Wall thickness (μm)	纹饰 Ornamentation	图版 Plate
姜亚科 Zingiberoideae	姜花族 Hedychieae	心叶凹唇姜 *Boesenbergia fallax*	云南，吴七根等 93 号	A-2(=)	近球形 Subspheroidal	长轴×短轴 (110.0—225.0)158.6 ×124.7(90.0—165)	无 Nonaperturate	5.0	LM: 具刺，刺长 5.7 μm SEM: 刺末端锐尖，刺间具不规则突起 Spinate spines 5.7μm long and acute with irregular processes between spines	2:12,17
		距药姜 *Cautleya gracilis*	云南，SCBI: 41594	A-2(=)	球形 Spheroidal	直径 (40.0—50.0)43.3	同上 Do	2.5	LM: 具刺，刺长 3.0μm Spinate, spines 3.0μm long	4:2
		红苞距药姜 *C. spicata*	云南，郭毅 86-29	A-2(=)	同上 Do	(58.9—72.2)66.6	同上 Do	2.1	LM: 具刺，刺长 3.0μm SEM: 刺末端钝，刺间具不规则突起 Spinate, spines 3.0μm long and blunt at apex, with irregular processes between spines	4:3
		大苞姜 *Caulokaempferia yunnanensis*	云南，郭毅 86-28	A-2(=)	同上 Do	(58.9—78.8)67.3	同上 Do	2.1	LM: 具刺，刺长 3.3 μm SEM: 刺末端稍钝，刺间近光滑，为小颗粒状 Spinate, spines 3.3μm long and slightly blunt at apex, nearly smooth to minute-granular between spines	2:13
	舞花姜族 Globbeae	毛舞花姜 *Globba barthei*	广州，Z-29053	A-2(—)	同上 Do	(37.5—65.0)48.6	同上 Do	2.3	LM: 具小刺，刺长 1.5μm SEM: 刺末端钝，刺间具小颗粒状突起 Spinulate, spinules 1.5μm long and blunt at apex, with minute granula between spinules	2:10,15
		舞花姜 *G. racemosa*	广州，Z-29051	A-2(—)	同上 Do	(36.1—47.5)43.1	同上 Do	1.5	LM: 具小刺，刺长 1.5μm SEM: 末端急尖，基部膨大，刺间具小颗粒状突起 Spinulate, spinules 1.5μm long, swollen at base and acute at apex, with minute granules between spinules	2:11,16
	姜族 Zingibereae	拟豆蔻 *Paramomum petaloideum*	云南，Z-290123	A-2(=)	同上 Do	(47.5—60.0)51.7	同上 Do	1.5	LM: 具刺，长 3.0 μm，末端钝 Spinate, spines 3.0μm and blunt at apex	4:4
		偏穗姜 *Plagiostachys austrosinensis*	广东，刘心祈 225788	A-2(=)	同上 Do	(70.3—83.6)76.0	同上 Do		LM: 具刺，长 3.5μm Spinate, spines 3.5μm long	

姜亚科 Zingiberoideae	姜花族 Hedychieae	早花象牙参 *Roscoea cautleoides*	云南，吴七根等 44 号	A-2(=)	球形 Spheroidal	直径 (58.0—83.6)73.5	无 Nonaperturate	3.5	LM: 具刺,刺长 3.5 μm SEM:刺末端渐尖,基部围一环形突起 Spinate, spines 3.5μm long, tapered at apex and surrounded by an annular process at base	3:14
		大花象牙参 *R. humeana*	云南，Z-29025	A-2(=)	同上 Do	(68.4—91.2)83.6	同上 Do	2.0	LM: 具小刺，刺长 2.5 μm SEM: 末端乳头状,刺间具不规则突起 Spinulate, spinules 2.5 μm long and papillate at apex, with irregular processes between spines	3:16
		R. schneideriana	云南,吴七根等 50 号	A-2(=)	同上 Do	(65.0—82.5)70.5	同上 Do	3.1	LM: 具刺,刺长 3.8μm SEM: 末端锐尖,刺间近光滑 Spinate, spines 3.8μm long and sharply pointed at apex, nearly smooth between spines	3:17
		藏象牙参 *R. tibetica*	云南，吴七根等 47 号	A-2(=)	同上 Do	(67.5—92.5)83.4	同上 Do	1.9	LM: 具小刺,刺长 2.6μm SEM: 末端乳头状,刺间具小颗粒 Spinulate, spinules 2.6μm long and papillate at apex, with granules between spines	3:19
		R. scillifolia	云南，吴七根等 54 号	A-2(=)	同上 Do	(65.0—75.0)71.7	同上 Do	2.5	LM: 具小刺,刺长 2.7μm SEM: 末端急尖,刺间具小颗粒 Spinulate, spinules 2.7μm long and acute at apex, with granules between spines	3:18
		R. brandisii	云南，吴七根等 49 号	A-2(=)	同上 Do	(67.5—90.0)80.5	同上 Do	1.6	LM: 具小刺,刺长 2.9 μm SEM: 刺末端乳头状,刺间具小颗粒 Spinulate, spinules 2.9μm long and papillate at apex, with granules between spines	3:13
		R. sp.	云南，吴七根等 48 号	A-2(=)	同上 Do	(62.5—82.5)75.6	同上 Do	3.4	LM: 具刺,刺长 3.2μm SEM: 末端急尖,刺间近光滑 Spinate, spines 3.2μm long and acute at apex, nearly smooth between spines	3:15
		R. sp.	云南，吴七根等 51 号	A-2(=)	同上 Do	(72.5—87.5)78.5	同上 Do	2.0	LM: 具刺,刺长 3.0μm SEM: 末端钝,刺间颗粒状 Spinate, spines 3.0μm long and blunt at apex, with granules between spines	3:20

表 1(续)

亚科 Subfamily	族 Tribe	植物名称 Species	凭证标本 Voucher	花粉类型 Pollen type	花粉形状 Shape	大小(微米) Size(μm)	萌发孔 Apertuer	壁的厚度 Wall thickness(μm)	纹饰 Ornamentation	图版 Plate
姜亚科 Zingiberoideae	姜族 Zingibereae	珊瑚姜 *Zingiber corallinum*	广州，Z-290127	A-3	椭圆球形 Ellipsoidal	长轴×短轴 (77.5—100.0)91.7×85.4(70.0—92.5)	无 Nonaperturate	3.7	LM: 负网状 SEM: 有的显示出一环状的脊，在负网的上覆盖层中具 1—3 不规则小沟 Areolate, some pollen grains with an annular ridge, with 1—3 irregular fassula in areolate supratectal elements	4:5,6,8
		光果姜 *Z. nudicorpum*	广州，Z-290133	A-3	同上 Do	(77.5—92.5)84.0×79.8(70.0—82.5)	同上 Do	3.9	LM: 脑纹-负网状 SEM: 花粉表面呈现出 2 个环形脊突 Cerebelloid-Areolate, with two annular ridges	4:7
		姜 *Z. officinale*	广州 Z-290124	A-3	同上 Do	(70.0—120.0)93.2×82.0(57.6—112.5)	同上 Do	3.6	LM: 拟负网 SEM: 有 2 个环形脊突，在拟网分子的上覆盖层中具较多的不规则穿孔 Areoidate, with two annular ridges, areoidate supratectal elements with numerous irregular perforations	4:9—11
		红球姜 *Z. zerumbet*	广州，Z-290125	A-3	同上 Do	(72.2—107.5)94.7×90.0(82.5—90.0)	同上 Do	3.7	LM: 脑纹-拟负网 SEM: 在拟负网分子的上覆盖层中具有细的圆形或延长凹陷 Cerebelloid-areolate, the supratectal elements with minute rounded or elongated depressions, with perforation	4:12
		蘘荷 *Z. mioga*	广东五指山，Z-290149	A-4	卵球形或橄榄形 Olives-haped	(90.0—162.0)117.7×75.6(62.5—102.0)	同上 Do	2.5	LM: 条纹状 SEM: 条脊斜向并光滑，脊间具小颗粒，在花粉粒两端呈双凸形并光滑 Striate lirae oblique and smooth, with minute granules between lirae; the two ends of pollen grains both convex and smooth	5:1
		多穗姜 *Z. pleiostachyum*	云南，吴七根等 134 号	A-4	同上 Do	(92.5—175.0)117.7×76.0(62.5—102.5)	同上 Do	2.8	LM: 条纹状 SEM: 条脊斜向和光滑，脊间具不规则突起，在花粉粒两端呈双凹面，形成颈状 Striate, lirae smooth and oblique, with irregular processes between lirae; the two ends of pollen grains both concave and neck-like	5:2,3
		红柄姜 *Z. roseum*	广州，Z-290136	A-4	同上 Do	(120.0—155.0)133.5×83.0(67.5—90.0)	同上 Do	4.8	LM: 条纹状 SEM:条脊斜向会合，在会合处条脊变成弯曲的Z字形，脊间具突起，花粉两端成颈状呈双凹面 Striate, lirae obliquely connected where the lirae change into zigzag-form, with processes between lirae, the both end walls of grains concave and neck-like	5:4,11
		阳荷 *Z. striolatum*	云南，吴七根等 111 号	A-4	同上 Do	(122.5—185.0)150.0×73.3(57.5—100.0)	同上 Do	3.5	LM: 条纹状 SEM: 条脊斜向，脊间具不规则突起，花粉两端为双凸形，端壁光滑 Striate, lirae oblique, with irregular processes between lirae, the both end walls of grains convex and smooth	5:5,10

姜亚科 Zingiberoideae	姜族 Zingibereae	斑蝉姜 *Zingiber* sp.	广州，Z-290144	A-4	卵球形或橄榄形 Olive-shaped	长轴×短轴 (97.5—145.0)117.0×71.5(52.5—80.0)	无 Nonaperturate	4.8	LM: 条纹状 SEM: 条脊稍直，在花粉粒两端近会合，脊间具颗粒 Striate, lirae slightly straight and nearly connected at both ends of grains, with granules between lirae	5:7
		Z. sp.	云南，吴七根等 114 号	A-4	同上 Do	(137.5—217.5)179.0×72.9(50.0—90.0)	同上 Do	2.5	LM: 条纹状 SEM: 脊斜向，并在花粉粒两端会合，脊间及脊上均具小颗粒 Striate, lirae oblique and nearly connected at both ends of grains, with granules on and between the lirae	5:8
		Z. sp.	云南，吴七根等 155 号	A-4	同上 Do	(107.5—147.5)122.0×74.2(65.0—82.5)	同上 Do	3.0	LM: 条纹状 SEM: 花粉形态与红柄姜相近似，但脊上具更多的小颗粒 Similar to *Z. roseum*, Striate, but lirae with numerous granules.	5:6
		Z. sp.	云南，吴七根等 127 号	A-4	同上 Do	(87.5—167.5)126.6×72.6(65.0—80.0)	同上 Do	2.5	LM: 条纹状，条脊稍直并在花粉粒两端会合，脊上具小颗粒 Striate, lirae slightly straight and connected at both ends of grains, lirae with granules	5:9
闭鞘姜亚科 Costoideae		闭鞘姜 *Costus speciosus*	广州，Z-290152	B-(1)-a	球形 Spheroidal	直径 (90.0—110.0)99.0	1螺旋沟，1—2短沟和 1—3 孔并存 with 1-spired and 1—2 short colpi, and 1—3 pores.	1.3	LM: 具粗瘤，瘤高 5.2—6 μm，宽 3—10 μm，瘤间具颗粒 SEM: Coarsely verrucate, verrucae 5.2—6 μm long, 3.0—10 μm wide, with granules between verrucae	5:12—15,20
		光叶闭鞘姜 C. tonkinensis	广州，Z-290156	B-(1)-a	同上 Do	(100.0—130.0)115.5	1螺旋沟，1 短沟和 1—2孔并存 with 1-spired and 1 short colpi and 1—2 pords.	1.3	LM & SEM: 具粗瘤，瘤高 4.3—5.7 μm，宽 5.7—7.1 μm，瘤间具不规则突起 Coarsely verrucate, verrucae 4.3—5.7 μm long, 5.7—7.1 μm wide, with irregular processes between verrucae	5:21
		莴笋花 *C. lacerus*	云南，Z-290158	B-(1)-b	近球形 Subspheroidal	(85.0—105.0)88.3	1螺旋沟，1—2 短沟和 1—3 孔并存 with 1-spired and 1—2 short colpi and 1—3 pores.	1.2	LM: 近光滑 Psilate SEM: 突起-小脑纹状 Minutely processed-crebelloid	5:16—17
		大苞闭鞘姜 *C. megalobractea*	广州，Z-290150	B-(2)	同上 Do	(87.5—120.0)107.0	6—8 散孔 6—8-forate.	1.5	LM: 近光滑 Psilate SEM: 矮瘤状-小穴状 Nanoverrucate-carerulous	5:18—19

文)。作者试从花粉形态的角度对该科植物的一些分类学上的问题进行探讨。

二、材料与方法

花粉标本全部采用新鲜材料。方法见另文[1)]。由于花粉粒没经醋酸酐法处理，所观察的花粉壁厚度及层次包括内壁在内。观察的标本引证见表 1。

三、系统描述

花粉为单粒，球形、椭圆球形、卵圆形和橄榄形。花粉粒大小差别较大，最小的直径仅 36 μm，见于舞花姜，最大的达 225μm，见于心叶凹唇姜，多数不具萌发孔，少数具 1—8 萌发孔(螺旋沟和孔混合并存，或具 6—8 散孔)。据记载[7,9]在姜属和山柰属中的一些种类的花粉具有单槽，但在我们所观察的材料中未见有槽的轮廓(我们采用稀释的醋酸酐硫酸混合液浸泡以及用染色法分别进行检查，除了在闭鞘姜属的花粉显示出明显的萌发孔轮廓外，其余的都未见有槽或其他类型的萌发孔)。仅在姜这个种中有少数花粉具有一薄区的形状(见图版 4：9)，也有些种类的花粉表面具 1—3 条脊状突或由雕纹分子延长排列成直线或环形，在脊的边缘很易裂开，但不具槽的轮廓，在扫描电镜下观察，脊和突是光滑的(图版4：5，6，7，10 等及图版 2：4，5)。花粉壁一般可见三层，最外一层极薄；中间层厚，具有沟的结构[13]；最内一层较薄。或者层次不明显呈片层状结构，壁对醋酸酐和硫酸混合液缺乏抵抗力，花粉容易产生变形、崩塌及破裂(关于壁的结构具体见另文讨论)。花粉壁表面具光滑、刺状、脑皱状-负网状或拟负网状、条纹状、瘤状和微瘤状-小穴状等纹饰。各属、种的花粉特征见表 1。

四、花粉类型

根据上述花粉形态，可将该科 18 属、89 种、3 变种的花粉分为 2 大类型和 6 亚型及 4 组(图1，表2)。

A. 无萌发孔型 (Type Nonaperturate)

花粉不具萌发孔。花粉粒近球形、卵形、橄榄形或椭圆球形。在此类型中，花粉粒大小差别较大，变异幅度从 36—225 μm。花粉壁厚度较具萌发孔型的大，通常分层界限明显，厚的中间一层具有细致的结构；但花粉壁对醋酸酐硫酸的混合液无抵抗力。表面具刺状、脑纹状-负网状或拟负网状、条纹状和近光滑等纹饰。根据花粉粒大小及纹饰上的区别，将此类型分为 4 亚型、2 组：

1. 光滑亚型 (Subtype Psilate)：花粉粒外表面近光滑(仅在扫描电镜下才显示出细微的结构)。花粉粒近球形、卵形或椭圆球形。姜花属、山柰属、姜黄属、土田七属、黄花大苞姜、凹唇姜等属此类型。在茴香砂仁属、海南大豆蔻、喙花姜及豆蔻属中的部分种类的花粉壁表面也是近于光滑的。

2. 具刺亚型 (Subtype Spinate)：花粉粒呈球形。表面具刺或小刺纹饰。根据花粉粒大小和刺的长短，该亚型可区分为 2 组：(1)短刺组 (Group Short-spinate)：花粉粒较

1) 花粉制片方法见《中国科学院华南植物研究所集刊》第 5 期(待出版)中“中国山姜属植物花粉形态”一文。

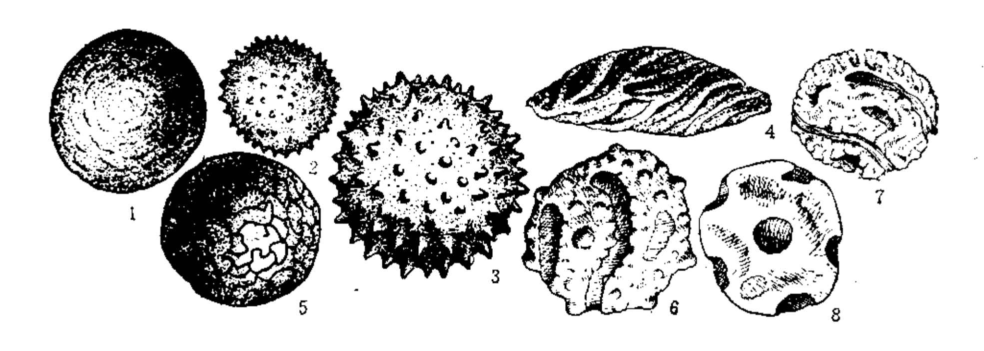


图1 花粉类型示意图 (Fig. 1 Drawings of pollen types)
1. Subtype Psilate; 2. Group Short-spinate; 3. Group Long-spinate; 4. Subtype Striate; 5. Subtype Cerebelloid-areolate; 6. Group Verrucate; 7. Group Averrucate; 8. Subtype Forate.

小，直径为 36—70 μm，刺长为 1.5 μm，舞花姜属的花粉属此组。

(2) 长刺组 (Group Long-spinate): 花粉粒较上组大，一般直径在 70 μm 以上，刺长超过 1.5 μm。山姜属、豆蔻属、偏穗姜属、象牙参属、距药姜属、拟豆蔻属的花粉属此组。还有大苞姜、心叶凹唇姜的花粉也是具刺的。

3. 脑皱状-负网状(或拟负网状)亚型 (Subtype Cerebelloid-areolate): 花粉粒近球形或椭圆球形，表面具 1—3 条脊突，脊光滑，在花粉粒两端连接成 1—2 个环状(图版 4: 5, 6, 7, 10)。环脊间花粉壁表面具脑皱状-负网状和拟负网状纹饰。负网眼边缘或中间具或无小孔或延长狭窄的凹沟。仅姜属姜组植物的花粉属于此亚型。

4. 具条纹亚型 (Subtype Striate): 花粉粒呈卵形、橄榄形或似葫芦状。表面具条纹状纹饰，条脊光滑或具小颗粒。条纹成斜向或近直向排列，条脊在花粉粒两端多数不互相连接。两端光滑(凸面)或凹陷不平成颈状。条间具颗粒或呈稜(条)状的不规则突起。姜属的蘘荷组植物花粉及 4 种未定种的姜属花粉属此亚型。

B. 具萌发孔型 (Type Aperturate)

花粉粒近球形。或具 1 长沟、1—2 短沟和 1—3 孔并存，或具 6—8 散孔。长沟螺旋形或带形，短沟直或弯曲、沟端钝，多为膨大，孔圆形或椭圆形。沟孔均具膜。外壁薄，对醋酸酐、硫酸的混合液的作用具有一定的抵抗力，但花粉粒经醋酸酐法制片后也很易变形和破裂。壁的层次划分不明显，多少呈片层状，外表面具瘤状、微瘤状-小穴状或具小突起状等纹饰(仅闭鞘姜属的花粉属于此类型)。根据萌发孔的结构不同，该类型可再分为两个亚型:

(1) 沟孔混合亚型 (Subtype Colpate-porate): 花粉粒球形或近球形，具 1 长沟(螺旋形或带形)和 1—2 短沟(直或弯)及 1—3 孔混合并存。此亚型的花粉有具粗瘤状和不具瘤状的两种:

① 具粗瘤状花粉组 (Group Coarse-verrucate): 花粉粒表面具粗瘤状纹饰，瘤长为 4.3—6 μm，宽度为 5.7—10 μm (闭鞘姜和光叶闭鞘姜属此组)。

② 非具粗瘤状花粉组 (Group Averrucate): 花粉粒表面不具粗瘤，纹饰在光学显

表 2　关于花粉类型与分类的关系

Table 2　Pollen type with reference to the Taxonomy

花粉类型 Pollen type		无萌发孔型 Type nonaperturate					具萌发孔型 Type Aperturate		
		光滑亚型 Subtype Psilate	具刺亚型 Subtype spinate		脑纹状-负网状亚型 Subtype Cerebelloid-areolate	具条纹亚型 Subtype Striate	具沟孔混合亚型 Subtype Colpate-porate		具散孔亚型 Subtype Forate
			短刺组 Group Short-spinate	长刺组 Group Long-spinate			具粗瘤组 Group Coarse-verrucate	非具粗瘤组 Group Averrucate	
示意图号 No. in Fig.1		1:1	1:2	1:3	1:5	1:4	1:6	1:7	1:8
姜亚科 Zingiberoideae	姜花族 Hedychieae	*Boesenbergia* (1) *Caulokaempferia* (1) *Curcuma* (6) *Hedychium* (10) *Kaempferia* (3) *Stahlianthus* (1)		*Boesenbergia* (1) *Caulokaempferia* (1) *Cautleya* (2) *Roscoea* (8)					
	舞花姜族 Globbeae		*Globba* (2)						
	姜族 Zingibereae	*Amomum* (2) *Etingera* (2) *Hormstedtia* (1) *Rhynchanthus* (1)		*Alpinia* (22) *Amomum* (10) *Paramomum* (1) *Plagiostachys* (1)	*Zingiber* Seat. Zingiber (4)	*Zingiber* Sect. Cryptanthium			
闭鞘姜亚科 Costoideae							*Costus speciosus* *C. tonkinensis*	*Costus lacerus*	*Costus megaractea*

1.图中分类群的划分是按 K. Schumann (1904) 的系统。 Based on the K. Schumann's (1904) System.

2.括号中的数字是指在该类型中我们观察的种数。The figures in parentheses indicate numbers of species.

微镜下近光滑，在扫描电镜下为不规则的小突起(蘘笋花属于此组)。

(2) 具散孔亚型 (Subtype Forate-subtype)：花粉粒球形或椭圆球形。具6—8孔，孔圆形或椭圆形，其直径17.5—25.0 μm，均匀分布于球面。外壁表面在光学显微镜下近光滑，在扫描电镜下具矮瘤-小穴状纹饰(大苞闭鞘姜属于此亚型)。

五、讨论与结论

姜科花粉形态是多类型的，其类型的划分对该科的分类具有一定的意义。花粉形态的两大类型与亚科、亚型与族的关系见表2。

1. 花粉类型对区分亚科的意义

从表2的花粉形态上的两大类型和目前沿用的 K. Schumann (1904) 分类系统中所划分的两个亚科(姜亚科和闭鞘姜亚科)是一致的。反映了在两亚科中花粉形态上的演化和植物器官形态上的演化是一致的。姜亚科与闭鞘姜亚科之间在外部形态(叶的排列、叶鞘开放与否及植物体地上部分是否具芳香味等)及内部解剖结构上的不同早已为许多分类学家及解剖学家 Tomlison (1956) 等所论述，本研究更增加了这方面的证据。

闭鞘姜亚科自被 K. Schumann (1899) 确立以来，曾获得不少分类学家的支持，但目前亦存在不同的见解，如 Hutchinson(1934) 仅将其作为姜科中的一个族，Nakai(1941)、Takhtajan (1980)、Cronquist(1981) 等则认为它应提升为科。Dahlgren (1985) 对姜科和闭鞘姜科的形态学、解剖学、花粉学及细胞学和胚胎发生类型等特征作了详细的比较和论述后，亦同意将闭鞘姜亚科独立为科。从我们[以及参考 Punt (1968)] 所观察的花粉形态来看，闭鞘姜亚科的花粉具有明显的萌发孔结构及花粉壁层次不明显并具有比姜亚科花粉较强的抵抗醋酸酐与硫酸混合液作用的能力。这些都和姜亚科的花粉有很大的区别。我们认为将其从姜科中分出并独立成闭鞘姜科的意见是合理的。

2. 花粉形态对分族的意义

在 K. Schumann 的姜亚科中包括有姜花族 (Hedychieae)、舞花姜族 (Globbeae) 和姜族 (Zingibereae) 三个族。在花粉形态的类型上虽然和上述分族的界限不完全一致，但某些特征对族的划分仍具有一定的意义。它们之间的关系如表2所示。

从表2可以看出，姜科花粉大部分属于无萌发孔型光滑亚型和具刺亚型。光滑亚型中大部分种类属于姜花族，少数属于姜族；具刺亚型包括舞花姜族、姜族的大部分和姜花族的少数属、种。舞花姜族虽和姜族大部分成员一样属于具刺亚型，但其花粉粒较小，刺也较短，容易区别。值得注意的是姜族中姜属的花粉为椭圆球形，具脑皱状-负网状(或拟负网状)纹饰和长球形具条纹状纹饰。它们既不同于光滑亚型也不同于具刺亚型。Holttum (1950) 认为姜属侧生退化雄蕊的形态特征与姜花族的联系多于与山姜属及豆蔻等属的联系，因此把姜属从原来姜族中抽出转移至姜花族，而把原姜族改名为山姜族。Burtt & Smith (1964), Burtt & Olatunji (1972) 先后对姜花族及姜属作了详细的形态比较及解剖学的研究后指出，姜属除了侧生退化雄蕊、花药、花柱和具有肉质根状茎等不同于姜花族和山姜族各种类之外，叶柄明显膨大成叶枕状，维管束具有发达的厚角组织的维管束鞘等其他各属所没有的特征。他们提议把姜属分离出来成立一个族。Smith (1981)支持上述的建议，因而把姜亚科分为4个族——姜族、舞花姜族、姜花族和山姜族。即将原置于

老的姜族中的姜属单独作为一个族——姜族（Zingibereae），而原来的姜族则按 Holltum (1950)改为山姜族。

从花粉形态的角度来看，姜属花粉粒的形状和表面纹饰都与姜花族、舞花姜族及山姜族其余种类有显著的不同，它既不同于姜花族的光滑亚型，也不同于舞花姜族及山姜属、豆蔻等属的具刺亚型。花粉形态上的区别与叶柄膨大成叶枕及其维管束鞘具发达的厚角组织（这与我们对叶的解剖观察情况相同）一样，不同于上述各族的种类，它们是相一致的。所以我们认为 Smith (1981) 把姜属从原来姜族中抽出单独成立一个族的处理是能够得到花粉形态学上的支持的。

3. 花粉形态在属、种分类上的意义

姜科花粉大部分没有萌发孔，缺乏萌发孔结构的复杂因素，形状和结构也很简单，除了从纹饰上能区分出几个类型外，在同一类型的不同属或同一属不同种之间，在光学显微镜下一般很难看出其区别。有些属的花粉形态非常近似，如山姜属与豆蔻属，象牙参属与距药姜属，凹唇姜与山柰属，黄花大苞姜与土田七之间的花粉互相都很接近，这也正好反映出它们之间具有比较近的亲缘关系。有的属，种与种之间的花粉形态非常一致，如姜花属、山姜属、姜黄属、象牙参属等都是一个很自然的分类群，它们的种与种之间区别仅表现在刺的形态、长短及外壁表面细致结构的不同。这些不同的区别只有在扫描电镜下才能观察出来（见图版）。然而在姜属和闭鞘姜属的各种花粉中却明显地可区分为不同的亚型，姜属花粉形态上的两个亚型与植物分类学上划分的两个组基本上相一致。但在有些属中，如大苞姜属 *Caulokaempferia* 中的黄花大苞姜 *C. coenobialis* 与大苞姜 *C. yunnanensis*；凹唇姜属 *Boesenbergia* 中的凹唇姜 *B. rotunda* 与心叶凹唇姜 *B. fallax* 其花粉壁的纹饰截然不同（与叶表皮细胞的形态、气孔副卫细胞数及排列方式和维管束的排列等都有明显的不同是相一致的）。这些种类是否应归入同一属，值得进一步研究。

根据以上观察和讨论，我们可以得出如下结论：

1. 花粉形态是属于多类型的，根据萌发孔的有无及纹饰上的不同，可区分该科花粉为两大类型 6 亚型和 4 个不同的组。花粉的二大类型与植物形态分类的两个亚科相一致。

2. 姜亚科和闭鞘姜亚科在花粉形态上无论从萌发孔类型或是纹饰特征都是有很大区别的，这与其植物形态和解剖学上的不同是相一致的，从花粉形态的角度，我们支持闭鞘姜亚科独立成闭鞘姜科的处理。

3. 姜属植物花粉形态，从形状或纹饰类型都有别于同族的其它种类，也不同于姜花族和舞花姜族的花粉。我们认为 Smith (1981) 把姜属从原来姜族中抽出单独成立一个族的处理，从花粉形态学上是能够得到支持的。

4. 大苞姜属中的大苞姜和黄花大苞姜；凹唇姜属的凹唇姜与心叶凹唇姜它们之间彼此在花粉形态上有很明显的不同，是否仍归入同一属中值得进一步研究。

参　考　文　献

[1] 方　鼎，1978：广西姜科植物，植物分类学报，**16**(3)：47—53。
[2] 吴德邻、陈升振，1978：中国姜科植物新资料，植物分类学报，**16**(3)：25—46。
[3] 吴德邻，1981：姜科，中国植物志，科学出版社，**16**(2)：26—152。
[4] 胡先骕，1954：种子植物分类学讲义，中华书局，第 321—323 页。

[5] 童绍全，1985：拟豆蔻属——云南姜科一新属，云南植物研究，**7**(3)：309—312。
[6] A. B. 伦德勒著，钟补求译，1958：有花植物分类学，科学出版社，第一册，第 317—321 页。
[7] J. 哈钦松著，唐进、汪发缵、关克俭译，1958：有花植物科志 II. 单子叶植物，商务印书馆，第 97—102 页。
[8] Burtt, B. L. & O. A. Olatunji, 1972: The limits of the Tribe Zingiberaceae, *Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh.*
[9] Cronquist, A., 1981: An Integrated System of Classification of Flowering Plants Columbia University Press, New York.
[10] Dahlgren, R. M. T., H. T. Clifford and P. F. Yeo, 1985: The Families of the Monocotyledons——Structure, Evolution, and Taxonomy; Springer-verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 360—367.
[11] Erdtman, G., 1952: Pollen Morphology and Plant Taxonomy I. Angiosperms. Stockholn and Waltham, Mass.
[12] ————, 1969: Handbook of Palynology. Munksgaard.
[13] Huang, T. C., 1972: Pollen Flora of Taiwan, Taiwan Univ. Press, Taipei, China.
[14] Hesse, M. and K. Kubitzki, 1983: The Sporoderm Ultrastructure in Persea, Nectandra, Hernandia, Gomortega and some other Lauralean genera. *Pl. Syst. Evol.* **141**: 299—311.
[15] Michael, S. Zavada, 1983: Comparative Morphology of Monocot Pollen and Evolutionary Trends of Apertures and Wall Structures *Bot. Rev.* **49**(4): 331—397.
[16] Nair, P. K. K., 1970: Pollen Morphology of Angiosperms ——A Historical and Phylotenetic Study, Scholar Publishing House.
[17] Nakai, T., 1941: The Journal of Japanese Bot. **17**(4): 1—22.
[18] Punt, W., 1968: Pollen Morphology of the American Species of the Subfamily Costoideae (Zingiberaceae). *Rev. Palaeobotany Palynol.* **7**: 31—43.
[19] Rao, C. K. and R. Nijagunaiag, 1983: L M and SEM Morphology of Pollen of Elettaria Maton and Amomum Roxb. (Zingiberaceae). *Journal of Palynology* **19**(1 & 2): 229—235.
[20] Saad, S. I., 1963: Sporoderm Stratification: The "Medin" a Distinct Third Layer in the Pollen Wall. *Pollen et Spores* **5**: 2—38.
[21] Schumann, K., 1904: Zingiberaceae in *Engler's Pflanzenreich,* **4**(46): 458.
[22] Smith, R. M., 1981: Synoptic Keys to the Genera of Zingiberaceae (in part), R B G Edinburgh, Departmental Publication Seres No. 2.
[23] Stone, D. E., S. C. Sellers and W. J. Kress, 1981: Ontogentic and Evolutionary Implications of a Neotenous Exine in Tapeinochilos (Zingiberales: Costaceae), *Amer. J. Bot.* **68**(1): 49—63.
[24] Sugaya, A. & M. Ikuse, 1970: The Fine Structure of the Pollen Wall of some Zingiberaceae (1), *Jap. J.* Palynology, No. 6.
[25] Takhtajan, A. L., 1980: Outline of the Classification of Flowering Plants (Magnoliphyta), *Bot. Rev.* **46**(3): 301—309.
[26] Willis, J. G., 1973: A Dictionary of the Flowering Plants and Ferns, 8th ed. P. 297, 1240.

POLLEN MORPHOLOGY OF THE FAMILY ZINGIBERACEAE IN CHINA*—— POLLEN TYPES AND THEIR SIGNIFICANCE IN THE TAXONOMY

LIANG YUAN-HUI

(South China Institute of Botany, Academia Sinica)

Abstract Pollen morphology of 89 species and 3 varieties belonging to 18 genera (out of 150 spcies in 20 genera) of Zingiberaceae in China was studied under both light microscope and scanning electron microscope.

Pollen grains of Zingiberaceae are spherical, subspherical, ovoid and prolate, 36—225 μm in size, nonaperturate or aperturate (spiraperturate, porate). Pollen grains are almost not resistant to acetolysis. The wall is composed of a very thin exine and a thick intine. The exine is psilate, spinate, cerebelloid-areolate, striate, verrucate and foveolate.

According to the presence or the absence of aperture and differential ornamentations, two types and six subtypes are recognized:

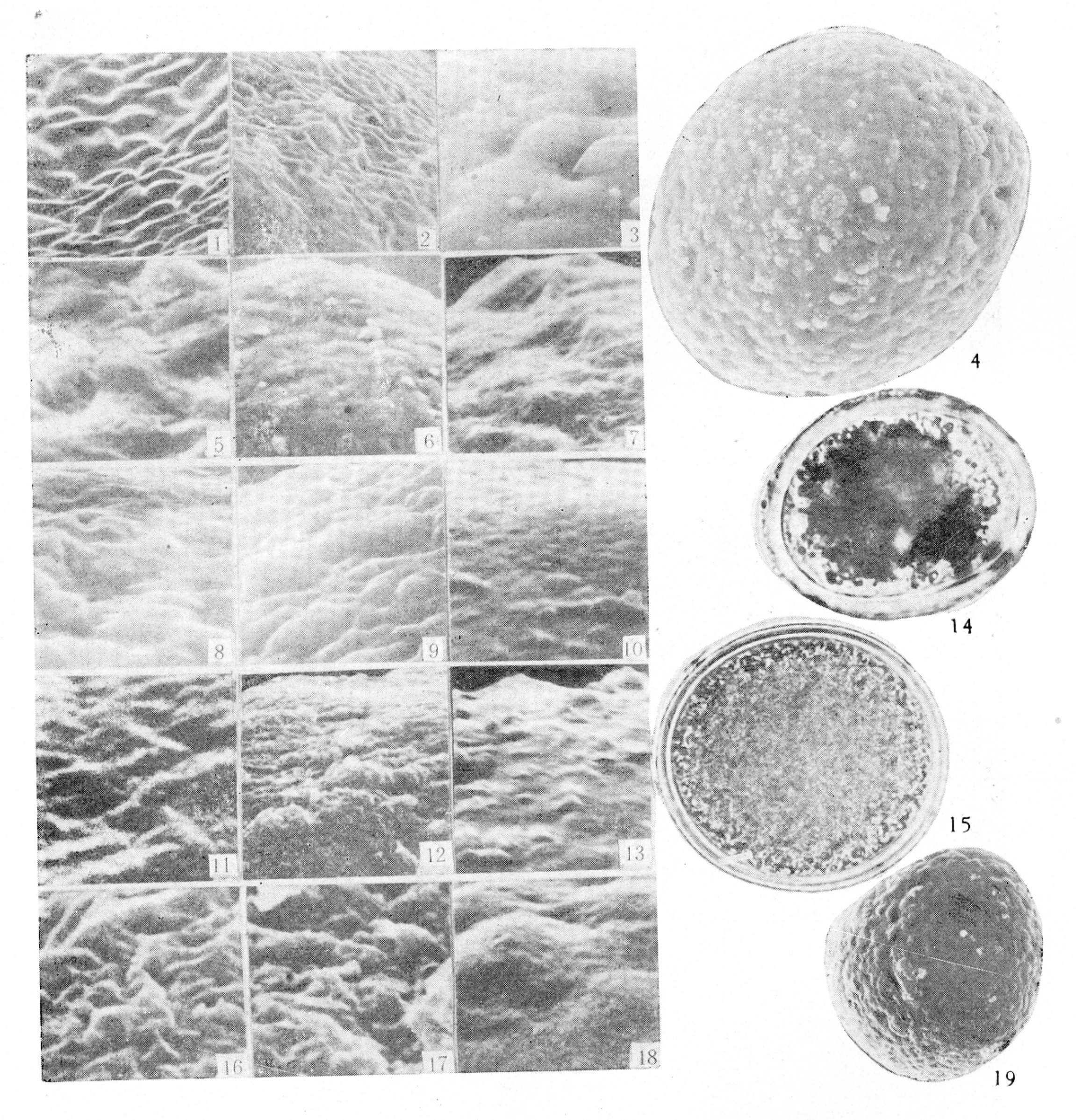
I. The type Nonaperturate: (85 species and 3 varieties in 18 genera). Four subtypes can be recognized within the type based on the characteristics of the exine sculpture. These are: (1) The subtype Psilate, in which, the exine is nearly smooth (including: *Hedychium, Curcuma, Kaempferia, Caulokaempferia coenobilis, Boesenbergia rotunda, Stahlianthus, Amomum compactum, Etingera, Hornstedtis, Rhynchanthus*). (2) The subtype Spinate, which comprises two groups: (A) The group Short-spinate, pollen grains with smaller spines (*Globba*); (B) The group Long-spinate, pollen grains with longer spines (*Alpinia, Amomum, Plagiostachys, Roscoea, Cautleya, Boesenbergia fallax, Caulokaempferia yunnanensis*). (3) The subtype Cerebl-loid-areolate, pollen grains of which are spherical or subspherical, with cerebelloid sculpture (*Zingiber* Sect. Zingiber). (4) The subtype Striate, pollen grains of which are prolate or olive-shaped, and striate (*Zingiber* Setc. Cryptanthium).

II. The type Aperturate, in which pollen grains are acetilysis-resistant and possess distinct apertures (mixed colpate-porate or forate), including two subtypes: (1) The subtype Mixed colpate and Porate. Pollen grains are both 3-colpate and 1—3-porate, and usually with one long spiral, two short (straight or slightly curved) colpi and 1—3-poris. The exine is verrucate or not, nearly sinuolate (*Costus speciosus, C. tonkinensis, C. lacerus*). (2) The subtype Forate, whose grains are 6—8-porate and exine is foveolate (*Costus megalobractea*).

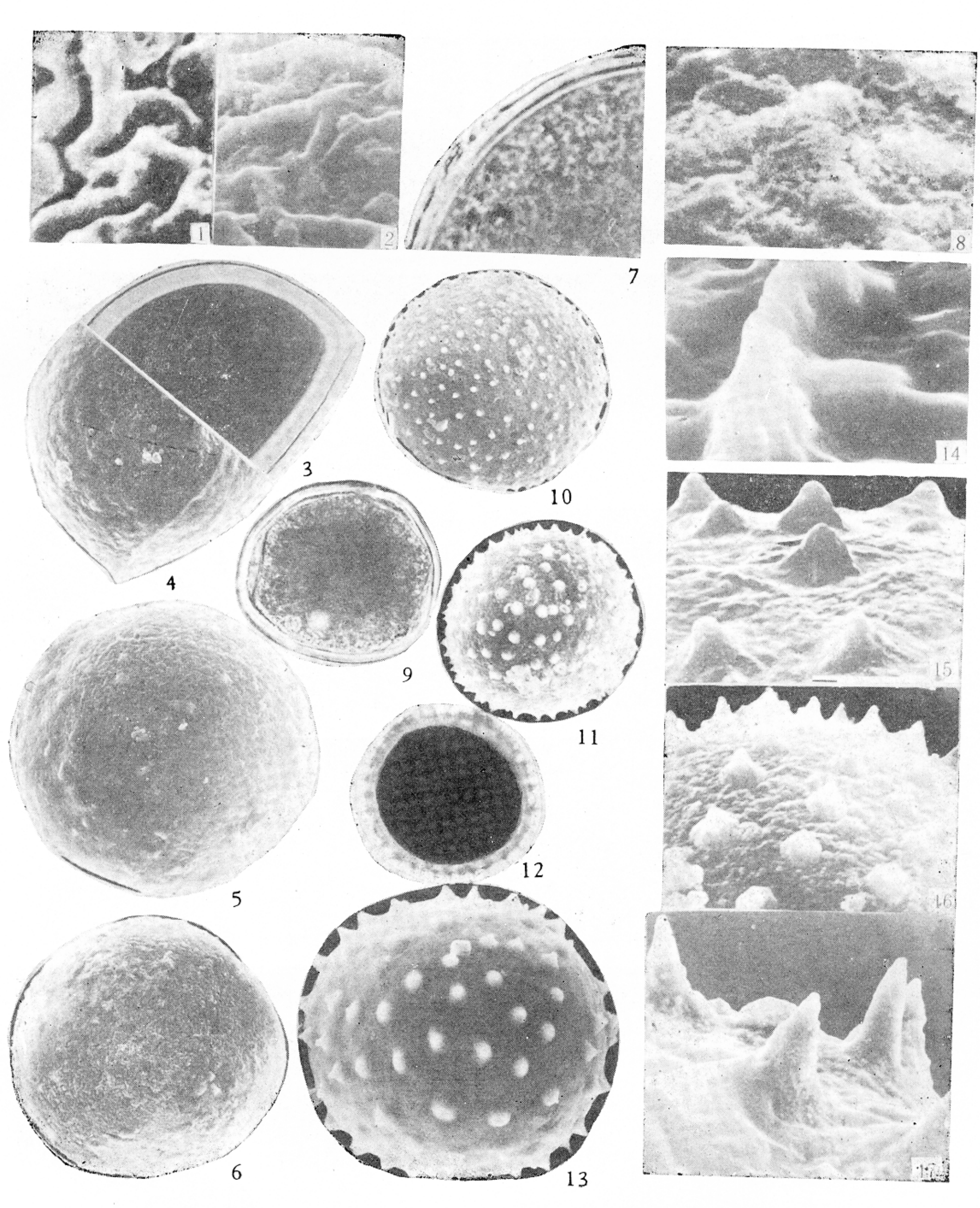
The taxonomic significance of the pollen types in the family Zingiberaceae is also discussed.

Key words Pollen morphology; Zingiberaceae; Costaceae

* Project supported by the Science Fund of the Chinese Academy of Sciences.

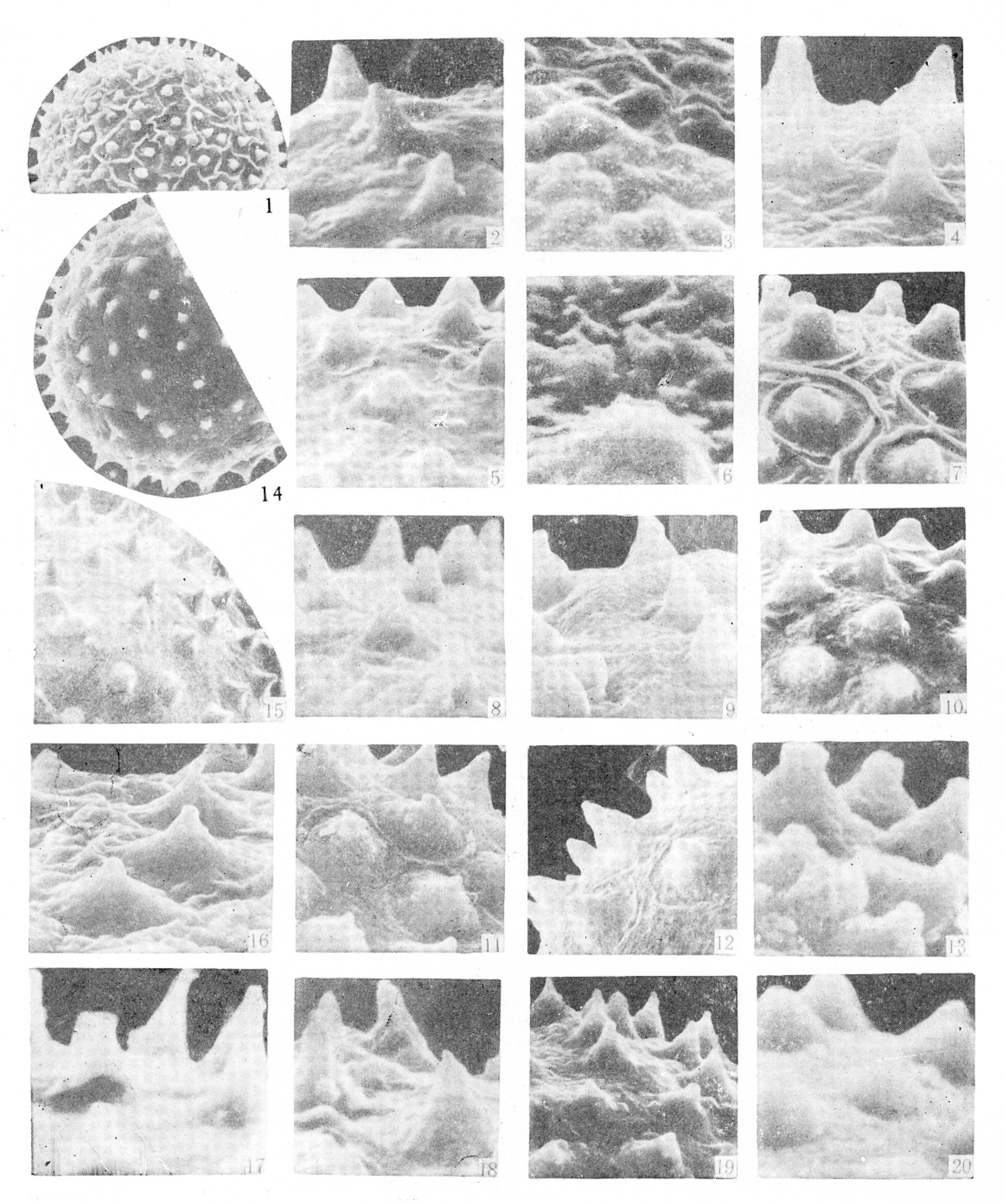


1. *Etingrta littoralis*: 2. *E. yunnanense*: 3—4. *Boesenbergia* rotunda; 5,19. *Caulokaempferia coenobialis*; 6. *Kaempferia rotunda*; 7. *K. elegans*; 8. *Hedychium coccineum*; 9. *H. coronarium*; 10. *H.flavum*; 11. *H. forrestii*; 12. *H. gardneranum*; 13. *H. yunnanense*: 14. *H. spicatum*; 15. *H. spicatum* Ham. ex Smith var. *acuminatum*; 16. *Curcuma kwangsiensis*; 17. *C. longa*; 18. *C. caesia*; (14, 15 为 L M 照片,其余为 SEM 照片)。
14, 15, 19. ×500; 4. ×750; 6. ×1000; 3. ×3500; 2, 5, 7, 12, 13, 16, 18. ×5000; 1, 8—10. ×7000; 17. ×7500; 11. ×15000.



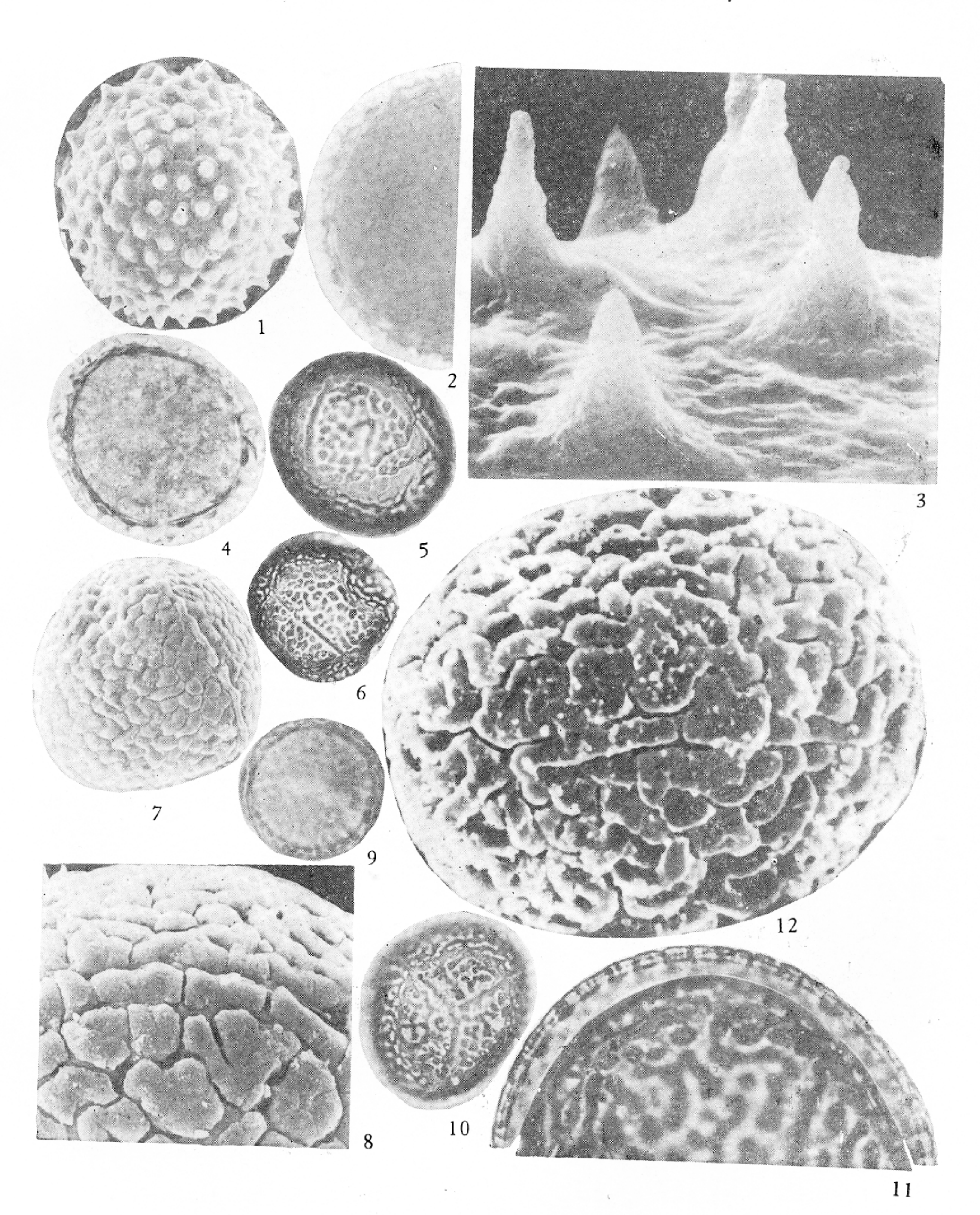
1. *Curcuma yunnanensis*; 2. *C. xanthorrhiza*; 3—4. *C. aromatica*; 5, 14. *Hornstedtia hainanensis*; 6—8. *Rhynchanthus beesianus*; 9. *Stahlianthus involucratus*; 10, 15. *Globba barthei*; 11, 16. *G. racemosa*; 12, 17. *Boesenbergia fallax*; 13. *Caulokaempferia yunnanensis* (3, 7, 9, 12 为 L M 照片。其余均为 SEM 照片)。

9,12.×200; 3.×600; 5,6,13.×750; 4,7,10,11.×1000; 17.×2500; 15,16.×3750; 1.×5000; 8.×7500; 2,14.×10000.

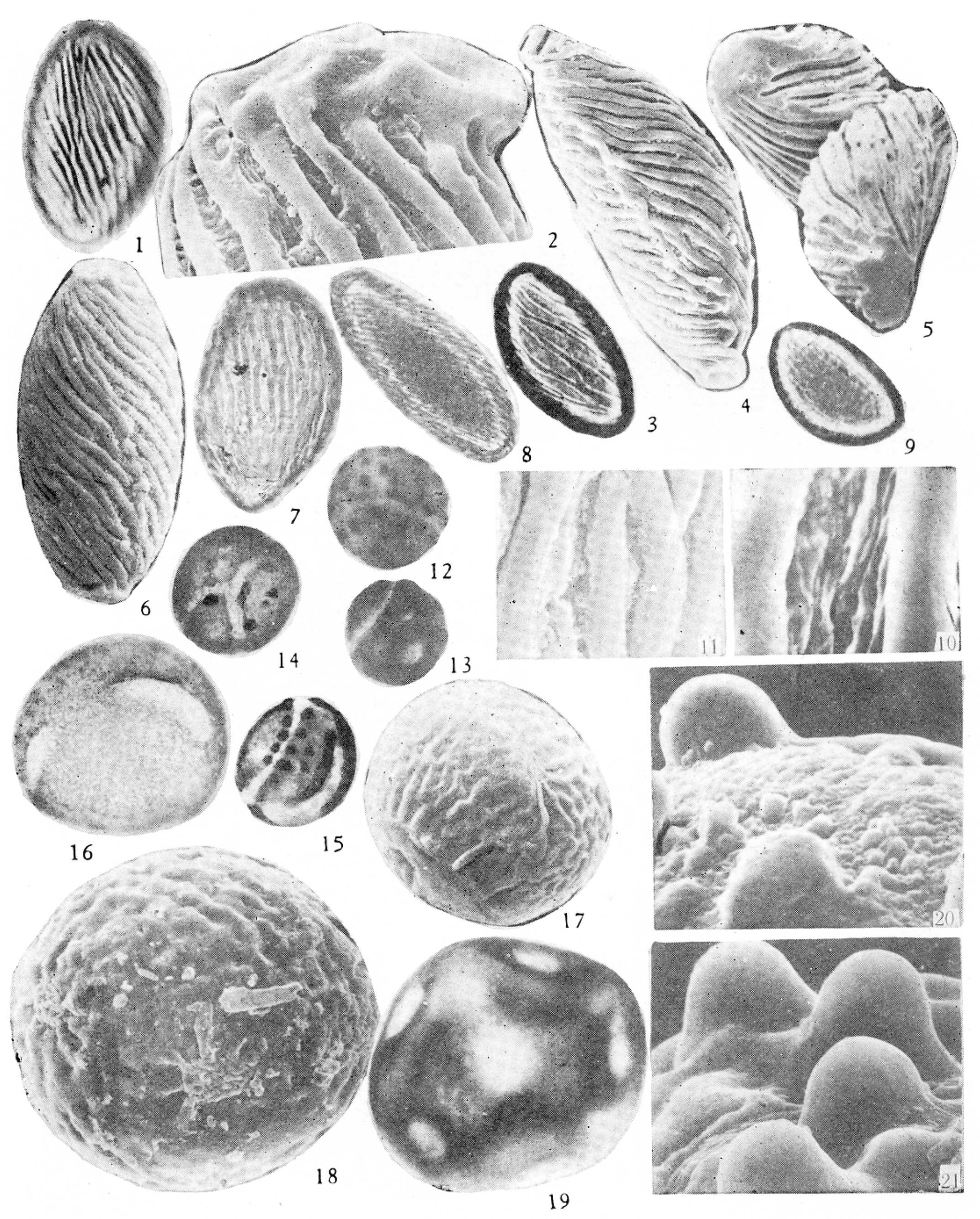


1. *Amomum longiligulare*; 2. *A. chinense*; 3. *A. compactum*; 4. *A. maximum*; 5. *A. muricarpum*; 6. *A. sp.*; 7. *A. sp.*; 8. *A. thyrsoideum*; 9. *A. tsao-ko*; 10. *A. villosum*; 11. *A. villosum* Lour. *var. nanum*; 12. *A. villosum* Lour. var. *xanthioides*; 13. *Roscoea brandisii*; 14. *R. cautleoides*; 15. *R. sp.* (吴七根等 48); 16. *R. humeana*; 17. *R. schneideriana*; 18. *R. scillifolia*; 19. *R. tibetica*; 20. *R. sp.* (吴七根等 51) (all SEM 照片)。

1. ×750; 14. ×1000; 15. ×1500; 5,7,9—12,19. ×2500; 3, 20. ×3500; 8,16. ×4200; 2,4,6,13,17, 18. ×5000.



1. *Alpinia aquatica*; 2. *Caulleya gracilis*; 3. *C. spicata*; 4. *Paramomum petaloideum*; 5—6, 8. *Zingiber corallinum*; 7. *Z. nudicorpum*; 9—10. *Z. offocinale*; 12. *Z. zerumbet* (2,4,5,6. 9, 10. L M 照片,其余均为 SEM 照片)。
6,9.×200; 5,10.×300; 4.×500; 7 ×750; 1,2,11.×1000; 12.×1500; 8.×3500; 3.×10000



1. *Zingiber mioga*; 2—3. *Z. pleiostachyum*; 4,11. *Z. roseum*; 5, 10. *Z. striolatum*,; 6. *Z. sp.* (吴七根等: 155); 7. *Z. sp.* (Z-290144); 8. *Z. sp.* (吴七根等: 114); 9. *Z. sp.* (吴七根等: 127); 12—15, 20. *Costus speciosus*; 16—17. *C. lacerus*; 18—19. *C. megalobractea*; 21. *C. tonkinensis* (1, 3,7—9,12—16, 19.为 L M; 其余均为 SEM 照片).
3,8,9,12—15. ×200; 7. ×250; 1,16. ×300; 19. ×400; 4,5,6,17, 18. ×500; 11. ×2500; 20, 21. ×3500; 2,10. ×5000.